

- 1.Алексеева Л.В. Перспективы производства и применения вспученного перлита как заполнителя для легких бетонов / Л.В.Алексеева // Строительные материалы. – 2006. – №6. – С.74-77.
- 2.Комиссаренко Б.С. Керамзитобетон – эффективный материал для ограждающих конструкций с учетом современных требований по теплозащите / Б.С. Комиссаренко, А.Г. Чикноровьян // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 1999. – № 5. – С.43-48.
- 3.Рекомендации по проектированию, изготовлению и монтажу конструкций каркаса малоэтажных зданий и мансард из холодногнутох стальных оцинкованных профилей производства ООО «Балт-Профиль». – М.: ЦНИИПСК, 2006. – 69 с.
- 4.Семко О.В. Легкий бетон для заполнения порожнин стальных тонкостенных конструкций / О.В. Семко, Д.М. Лазарев, Ю.О. Авраменко // 36. наук. пр. ДП НДІБК. Вип.74. – К., 2011. – С.659-666.
- 5.Стороженко Л.И. Сталежелезобетонные конструкции / Л.И. Стороженко, А.В. Семко, В.И. Ефименко. – К.: Четверта хвиля, 1997. – 158 с.
- 6.Филиппов В.П. Рекомендации по применению полистиролбетона в строительстве / В.П. Филиппов, В.А. Беляков. – Екатеринбург: ОАО «УралНИИАС», 2002. – 23 с.
- 7.Clarke, J.L. Structural Lightweight Aggregate Concrete / J.L. Clarke – Taylor & Francis E-Library, 2005. – 128 p.
- 8.Vogdt F. Conceptual and structural design of building made of lightweight and infra-lightweight concrete / F. Vogdt, M. Schlaich, B. Hillemeir. – Berlin, 2010. – 105 p.

Отримано 26.04.2012

УДК 624.012.45 : 692.5

Б.Г.ДЕМЧИНА, д-р техн. наук, О.Я.ЛИТВИНЯК
Національний університет «Львівська політехніка»

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗБІРНО-МОНОЛІТНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ПЛИТ ПЕРЕКРИТТЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ПІНОБЕТОНУ ПРИ МОНТАЖІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Наведено результати експериментальних досліджень опалубкових залізобетонних плит на монтажні навантаження та результати експериментальних досліджень збірно-монолітних залізобетонних плит перекриття з використанням пінобетону при їхній роботі на згин.

Приведены результаты экспериментальных исследований опалубочных железобетонных плит на монтажные нагрузки и результаты экспериментальных исследований сборно-монолитных железобетонных плит перекрытия с использованием пенобетона при их работе на изгиб.

The results of experimental researches of centering reinforced-concrete flags of mounting loading and results of experimental researches of assembly-monolithic reinforced-concrete flags of ceiling with the use of foam beton during their work on a crook.

Ключові слова: опалубкові залізобетонні плити, збірно-монолітні залізобетонні плити перекриття, пінобетон, монтажні навантаження, робота плити на згин.

Сучасний розвиток будівництва базується на зменшенні собівартості будівництва та покращенні енергоощадності будівель. Це є можливим при сумісному застосуванні залізобетону та неавтоклавного

пінобетону. Використання монолітного пінобетону в будівництві має ряд переваг (з часом збільшуються його міцнісні характеристики, він має хороші звуко- та теплоізоляційні властивості, високу протипожежну стійкість, є не горючим) та економічну вигоду (у порівнянні із автоклавним пінобетоном дозволяє економити електроенергію, яка є необхідна для виробництва автоклавного пінобетону, не потребує застосування важкої будівельної техніки, і відповідно зменшує кількість робітників) [1].

Сьогодні в Україні, як і в цілому світі, широко використовують неавтоклавний пінобетон у житловому, громадському та промисловому будівництві [2]. Пінобетон використовують при зведенні стін і перекриттів будинків. У багатьох країнах пінобетон застосовують для будівництва основ доріг, для заповнення канав (траншей) [3]. Проте, використання неавтоклавного пінобетону як основного конструктивного елементу у плитах перекриття на сьогодні є незначним [5] через недостатньо вивчену його спільну роботу з арматурою та іншими конструктивними елементами.

Метою роботи було експериментальне дослідження збірно-монолітних залізобетонних плит перекриття з використанням пінобетону на стадії монтажу збірної опалубки та після їх бетонування.

Дослідні зразки були виготовлені у вигляді двох опалубкових залізобетонних плит марки П-1 та П-2, розміром в плані $L \times B = 4200 \times 500$ мм, висотою залізобетонної основи – 40 мм (рис.1, а). Для армування плит використовувався просторовий каркас із арматурних стержнів у вигляді тригранної призми. Верхній та нижні повздовжні арматурні стержні просторового каркасу були з'єднані між собою за допомогою поперечних стержнів, утворюючи при цьому прямокутні або трикутні ґратки. З'єднання арматурних стержнів просторового каркасу проводилося електродуговою зваркою. Для бетонної основи плит марки П-1 та П-2 використовувався важкий бетон класу В20.

Опалубкові залізобетонні плити марки П-1 та П-2 випробовували на монтажні навантаження (в лабораторії кафедри «Будівельні конструкції та мости» в липні 2011 р.) як балки на двох опорах – шарнірно нерухомій і шарнірно рухомій. Навантаження на кожну плиту прикладалися ступенями за допомогою гідравлічного домкрата та симетрично розподілялося у третинах прольоту величиною по 0,5Р через розподільчу траверсу (рис.1, б).

Вигляд дослідних опалубкових залізобетонних плит після випробування на монтажні навантаження наведено на рис.2, а,б.

Руйнування плити П-1 (рис.2, а) відбулося внаслідок втрати стійкості верхньої робочої арматури. Перші тріщини появилися на

нижній грані опалубкової залізобетонної плити в поперечному напрямку посередині прольоту.



Рис. 1 – Вигляд опалубкової залізобетонної плити:

а – в бетонному цеху після виготовлення; *б* – на дослідній установці при випробуванні.

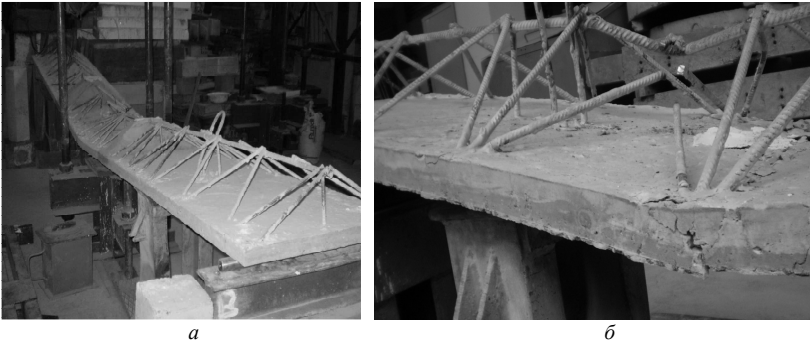


Рис.2 – Вигляд опалубкових залізобетонних плит після випробування:

а – плита П-1; *б* – плита П-2.

У дослідному зразку П-2 перші тріщини в бетоні та руйнування спостерігалися в перерізі на відстані $1/4$ прольоту від опори (рис.2, *б*). Це зумовлено тим, що у цьому місці попередньо були виключені з роботи три поперечні похилі стержні за допомогою їх розрізання. Розрізання цих трьох поперечних стержнів на відстані $1/4$ прольоту від опори було проведено для того, щоб експериментально перевірити достатність відстані приварки поперечних арматурних стержнів до верхньої робочої арматури. В зоні руйнування відбулась втрата стійкості верхньої робочої арматури.

За результатами експериментальних досліджень було побудовано графіки наростання прогинів (рис.3).

Виходячи з умови досягнення опалубковими залізобетонними плитами гранично допустимих прогинів, за графіками визначено величини

критичного навантаження. Величина гранично допустимого прогину для плит перекриття становила $f_{\max} = (1/200)L = (1/200) \times 400 = 2 \text{ см}$.

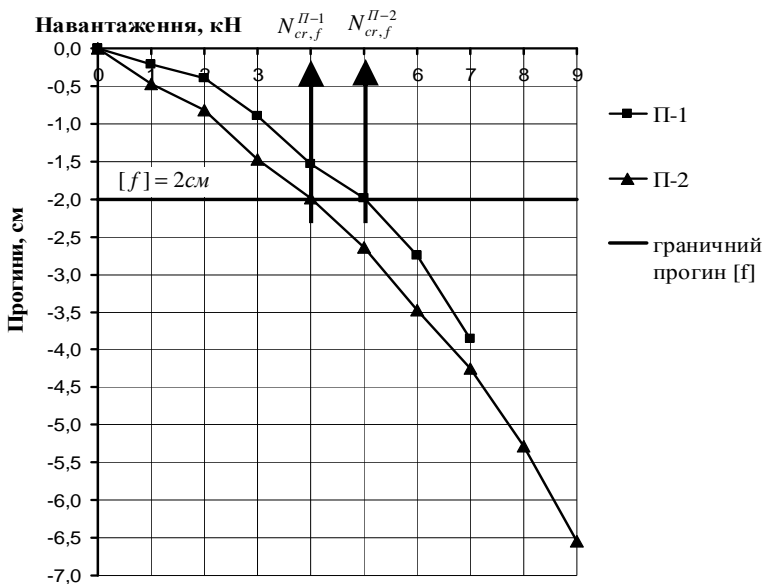


Рис.3 – Експериментальні залежності наростання прогинів опалубкових залізобетонних плит марок П-1 та П-2

Згідно з цією умовою, експериментальне значення величини руйнуючого навантаження склало для плити марки П-1 – $N_{cr,f}^{П-1} = 4 \text{ кН}$, а для плити марки П-2 – $N_{cr,f}^{П-2} = 5 \text{ кН}$ (рис.3).

Аналізуючи результати проведених досліджень можна судити про наступне:

- утворення перших нормальних тріщин в опалубкових залізобетонних плитах відбулося в нижній розтягнутій зоні залізобетону: в плиті П-1 – по середині прольоту, а в плиті П-2 – в перерізі на відстані 1/4 прольоту від опори;
- дослідні зразки зруйнувалися від втрати стійкості верхньої робочої арматури: плита П-1 – по середині прольоту; плита П-2 – в перерізі на відстані 1/4 прольоту від опори.

Опалубкові залізобетонні плити П-1 та П-2 після випробовування

вирівнювались в місцях втрати стійкості верхньої робочої арматури, після чого до неї приварювались додаткові арматурні стержні аналогічного діаметру. Пізніше виконувалась дерев'яна опалубка по них та проводилось бетонування верхнього шару плити пінобетоном марки D-800 висотою 160 мм (рис.2, *а*). Таким чином було отримано дві збірно-монолітні залізобетонні плити перекриття з використанням пінобетону марки ПП-5 та ПП-6. Таке маркування плит пов'язано з тим, що раніше досліджувалися плити марок ПП-1, ПП-2, ПП-3 та ПП-4, які мали такі ж геометричні розміри й армування, як і плити марок ПП-5 та ПП-6. Різниця між плитами марок ПП-1, ПП-2, ПП-3, ПП-4, ПП-5 та ПП-6 полягала в тому, що вони мали різний верхній шар: плити марок ПП-1 та ПП-2 забетоновані пінобетоном марки D800 з добавкою поліпропіленової фібри з довжиною волокна 12 мм, а плити марок ПП-3 та ПП-4 – пінобетоном марки D1000 [4].

Отримані збірно-монолітні залізобетонні плити перекриття із використанням пінобетону марки ПП-5 та ПП-6 через 28 діб після виготовлення випробовували як балки на двох опорах – шарнірно нерухомій та шарнірно рухомій завантажені зосередженими силами у третинах прольоту(рис.4, *б*).



Рис.4 – Вигляд дослідних зразків плит ПП-5 та ПП-6:

а – в процесі бетонування верхнього шару пінобетоном; *б* – на дослідній установці при випробуванні.

Вигляд дослідних плит ПП-5 та ПП-6 після випробування показано на рис.5, *а, б*.

Поширення тріщин і руйнування в плиті ПП-5 відбулось в основному по середині прольоту подібно до звичайної плити, яка руйнується по нормальному перерізу (рис.5, *а*). Спочатку відкрились тріщини в залізобетонній частині плити, які утворилися раніше при випробуванні

плити П-1. При подальшому навантаженні появилися тріщини у верхній зоні стиснутого пінобетону по середині прольоту дослідного зразка. В плиті ПП-6 спостерігали утворення перших тріщин на відстані 1/4 прольоту від опори (рис.5, б). Було повторно виявлено втрату стійкості верхнього робочого стержня в місці виключення з роботи трьох поперечних похилих стержнів та додаткового його посилення.

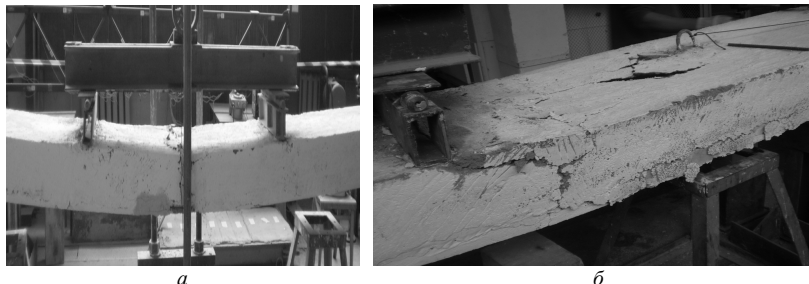


Рис.5 – Вигляд збірно-монолітних залізобетонних плит з використанням пінобетону після випробування:
а – плита ПП-5; б – плита ПП-6.

У процесі експерименту заміряли прогини плит. Аналіз та обробка показів індикаторів годинникового типу розміщених на двох опорах і посередині прольоту, а також прогиноміра Аістова дали можливість побудувати експериментальні залежності наростання прогинів плит (рис.6).

Виходячи з умови досягнення плитами гранично допустимих прогинів, за графіками визначено величини критичного навантаження. Величина гранично допустимого прогину як для плит становила $f_{\max} = (1/200)L = (1/200) \times 400 = 2$ см.

Згідно з цією умовою, експериментальне значення величини руйнуючого навантаження склало для плити ПП-5 – $N_{cr,f}^5 = 5,8kH$, а для плити ПП-6 – $N_{cr,f}^6 = 7,8kH$ (рис.6).

Аналізуючи наведені вище експериментальні дані, можна судити про те, що:

- дослідні плити ПП-5 та ПП-6 зруйнувалися у місцях втрати стійкості верхньої робочої арматури;
- при проведенні експериментів не було зафіксовано зсуву на контакті залізобетону та пінобетону, що підтвердило достатність поперечного армування для з'єднання двох типів бетону;
- армування досліджуваних плит ПП-5 та ПП-6 просторовим арма-

турним каркасом забезпечило сумісну роботу залізобетонного і пінобетонного шару, що було підтверджено результатами експерименту.

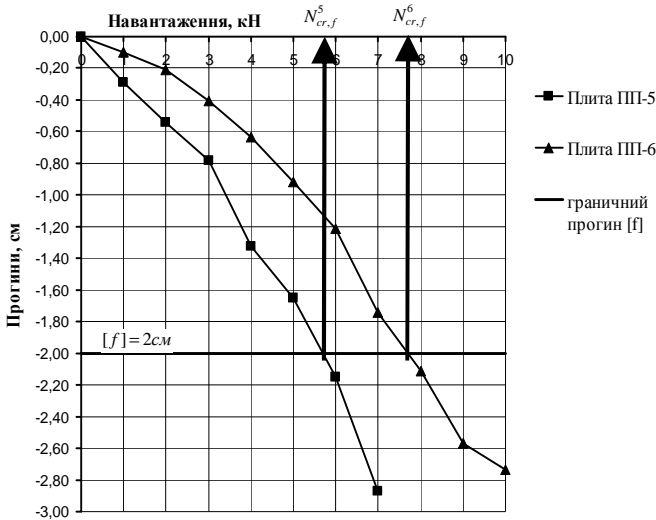


Рис.6 – Експериментальні залежності наростання прогинів плит марок ПП-5 та ПП-6

Таким чином, використання опалубкових плит для збірно-монолітного перекриття із використанням пінобетону є можливим. Велику роль у роботі досліджуваних плит відіграє стиснута арматура. Застосування в якості верхнього шару конструкції неавтоклавного пінобетону, дозволяє сприйняти частину стискаючих зусиль, що діють на плити. Опалубкові залізобетонні плити зруйнувалися внаслідок втрати стійкості верхньої робочої арматури: плита П-1 – по середині прольоту; плита П-2 – в перерізі на відстані 1/4 прольоту від опори. Дослідні плити ПП-5 та ПП-6 зруйнувалися у місцях втрати стійкості верхньої робочої арматури. При проведенні експериментів не було зафіксовано зсуву на контакті залізобетону та пінобетону, що підтвердило достатність поперечного армування для з'єднання двох типів бетону. Армування досліджуваних плит ПП-5 та ПП-6 просторовим арматурним каркасом забезпечило сумісну роботу залізобетонного і пінобетонного шару, що було підтверджено результатами експерименту.

1.Властивості та переваги використання пінобетону в будівництві [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://budivnitstvo.com/vnutrishne-ozdobleniya/budivnelni-sumishi/vlastivosti-ta-perevagi-vikoristannya-pinobetonu-v-budivnitstvi>.

2.Орлович Р.Б., Малышко Л., Каня Т. Европейский опыт применения пенобетона в жилищном строительстве [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ibeton.ru/a211.php>.

3. Демчина Б.Г., Марчук С.В. Перспективи впровадження пінобетону у дорожньому будівництві // Дороги і мости: Зб. наук. пр. – К.: ДерждорНДІ, 2008. – Вип.10. – С.83-91.

4. Демчина Б.Г., Литвиняк О.Я., Давидюк О.В. Дослідження збірно-монолітних залізобетонних плит перекриття з використанням пінобетону // Будівельні конструкції: Міжвід. наук.-техн. зб. наук. пр. (будівництво). Вип.74. В 2-х кн. Кн.1. – К.: ДП НДІБК, 2011. – С.160-166.

5. Демчина Б.Г., Світій Р.М., Чень Р.І. Дослідження роботи нерозрізних пінобетонних армованих балок неавтоклавного твердіння // VII Міжнар. симпозіум "Механіка і фізика руйнування будівельних матеріалів та конструкцій". – К., 2007. – С.425-430.

Отримано 04.05.2012

УДК 692.522.8 : 69.058.2

В.С.ШМУКЛЕР, д-р техн. наук, М.Д.ПОМАЗАН

Харьковская национальная академия городского хозяйства

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ МОНОЛИТНЫХ ОБЛЕГЧЁННЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ

Рассматривается монолитное железобетонное облегчённое перекрытие. Экспериментально оценивается его надёжность.

Розглядається монолітне залізобетонне полегшене перекриття. Експериментально оцінюється його надійність.

The cast-in-situ reinforced concrete lightweight slab is examined. His reliability is experimentally estimated.

Ключевые слова: монолитный железобетон, облегчённое перекрытие, надёжность, натурные испытания.

Как известно, основным направлением повышения эффективности перекрытий является снижение их собственной массы (при оговоренном ресурсе), что достигается, например, созданием внутренних пустот. У наиболее лёгких пустотных перекрытий пустоты имеют максимальные размеры, что вызывает технологические трудности, связанные с высокой вероятностью разрушения конструкции при извлечении пущотообразователя. Для решения данной проблемы целесообразно использовать неизвлекаемые пущотообразователи (далее вкладыши), выполненные из недорогого и лёгкого материала, например, пенополистирола. Для проверки на практике принципа формирования внутренней геометрии перекрытия с помощью вкладышей весной 2011 г. (по проекту фирмы "Дедал") строительной компанией "Спецстроймонтаж" при возведении центра отдыха (4-й пущтовой комплекс) бизнес-центра и гостиничного комплекса по ул. Клочковской, 192А в г. Харькове было возведено монолитное облегчённое перекрытие.

Перекрытие П-образной формы в плане (рис.1) с габаритными раз-